

Formveränderungen
der Erythrocyten
bei Ausstrichen
aus Edta-Blut von
Kindern, Säuglingen
und Neugeborenen

Karl Klotz

1976

Aus der Kinderklinik der Universität München
Direktor: Prof. Dr. K. Betke

FORMVERÄNDERUNGEN
DER ERYTHROCYTEN
BEI AUSSTRICHEN
AUS EDTA-BLUT VON
KINDERN, SÄUGLINGEN
UND NEUGEBORENEN

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München



vorgelegt von
Karl K l o t z

aus
Kolbermoor

1976



Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin der Universität
München

Berichterstatter: Prof.Dr. K. Betke

Dekan: Prof. Dr. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 27.7.1976



Digitized by the Internet Archive
in 2026

I n h a l t

I. Einleitung	1
II. Fehlformen	4
Stechapfelform	4
Akanthocyten	6
Pyknocyten	6
Schistocyten	7
III. Methode	8
Versuchsanordnung	8
Auswertung der Versuche	9
IV. Probandenkollektiv	13
V. Ergebnisse	16
Kinder	16
Säuglinge	19
Neugeborene	26
VI. Diskussion	45
Formveränderungen im Ablauf der Zeit .	45
Stechapfelformen	45
Pyknocyten	48
Konturverlust	51

Vergleich der Altersgruppe über 3 Monaten mit der Altersgruppe unter einem Monat	51
Stechapfelformen	53
Pyknocyten	55
Konturverlust	56
VII. Zusammenfassung	59
Literatur	61
Lebenslauf	64

I. E i n l e i t u n g

Die bikonkave Scheibenform des Erythrocyten eines Menschen beruht auf einem empfindlichen Gleichgewicht der Kräfte. Sie ändert sich unter verschiedenen experimentellen Bedingungen und zeigt auch bei manchen Krankheiten Abweichungen von ihrer Normalform.

Unter all diesen Veränderungen fällt eine besonders eigentümliche und charakteristische auf: die Stechapfelform. Für diese Erythrocyten mit spitzigen Protuberanzen ist seit der Beschreibung der Akanthocytose (SINGER et al., 1952) das Interesse wiedererwacht.

Man findet in der Literatur eine Vielzahl von Bezeichnungen für die Erythrocyten mit Stacheln. Bessis (BESSIS, 1970) teilt sie in zwei Gruppen ein: in Akanthocyten und in "échinocytes". Letztere werden im folgenden als Stechapfelformen bezeichnet.

Die Akanthocyten, die im Blutaussstrich unter anderem auch durch Helmformen gekennzeichnet sind (KAYDEN u. BESSIS, 1970), findet man bei angeborener A- β -Lipoproteinämie

(REED et al., 1963; REY et al., 1963). Aber auch ohne A- β -Lipoproteinämie sollen Akanthocyten vorkommen. Douglas (DOUGLAS et al., 1968) beschreibt sie bei Leberzirrhose mit hämolytischer Anämie und Tchernia (TCHERNIA et al., 1968) fand sie bei Neugeborenenhepatitis. Akanthocyten sind im Ausstrich manchmal nicht ganz einfach von Stechapfelformen zu unterscheiden. Die Stachelfortsätze sind bei den Akanthocyten irregulärer angeordnet als bei den Stechapfelformen. Dabei können diese Zellen in annähernd dreieckiger Form mit einer abgerundeten Begrenzung und zwei spitzen Fortsätzen auftreten. Sie werden dann als Helmzellen bezeichnet.

Die Stechapfelformen sind Erythrocyten, die das Aussehen von Kugeln haben, die mit Stacheln gespickt sind. Normale bikonkave Erythrocyten nehmen diese Form z.B. nach einer gewissen Aufbewahrungszeit in ihrem Plasma an.

Diese Arbeit bemüht sich, weitere Einzelheiten über die Formveränderungen der Erythrocyten im Blutausstrich nach Aufbewahrung des Blutes bei Zimmertemperatur zu sammeln, wobei hier nicht die Veränderungen des Durchmessers oder kugelige Formen untersucht werden sollen, sondern Formveränderungen in Richtung auf äußere Bizarrerie. Besonderes Augenmerk wurde bei den Untersuchungen auf

Stechäpfel, Pyknocyten und "Formverlust" der Erythrocyten gelegt. Die Bezeichnung Pyknocyten und Formverlust wird im Abschnitt "Fehlformen" näher erläutert.

Den Anstoß zu diesen Untersuchungen gab die Tendenz, in Kliniken Blutbilder zentral zu machen nach Ablieferung von EDTA-Blut im Labor. Dabei erhebt sich die Frage, inwieweit Ausstriche aus solchem Blut überhaupt für eine Beurteilung der Morphologie gebraucht werden können. Die spezielle Frage dieser Arbeit ist, ob Blut von Früh- und Neugeborenen in dieser Hinsicht empfindlicher ist als Blut von älteren Kindern.

II. F e h l f o r m e n

1. Die Stechapfelform:

Die Stechapfelformen sind kugelförmige Erythrocyten, deren Oberfläche mit Stacheln gespickt ist (BESSIS, 1970). Ihr Vorkommen ist seit mehr als einem Jahrhundert bekannt. Sie können durch Alterung des Blutes entstehen. Aber auch Alkaliionen, die aus dem Reagenzglas oder dem Objektträger stammen, können neben anderen Ursachen die Bildung von Stechapfelformen hervorrufen (PONDER u. PONDER, 1962). Es handelt sich dabei um eine reversible Umformung. Die Zellen nehmen ihre normale Form nach einer Plasmawäsche wieder an (BESSIS, 1970).

Es gibt Fälle, in denen die Stechapfelformen nicht mehr reversibel sind. Dies ist z.B. im Blut, das mehrere Wochen gelagert wurde, aber auch nach Zusatz von Spuren von Eosin, Lecithin und Schlangengift der Fall (GITTER et al., 1959). Der Grund für diese Irreversibilität ist nicht bekannt.

Fast ebenso wenig weiß man über den Mechanismus der Umwandlung von normalen Erythrocyten in Stechapfelformen. Die Untersuchungen mittels elektronischen Mikroskops

(BESSIS u. BRICKA, 1970) zeigen keine Strukturen, deren Umwandlung oder Verschwinden diese Veränderungen erklären würden. Es ist möglich, daß die Stacheln durch eine Art Gelation des Hämoglobins beim Kontakt mit bestimmten Teilen der Erythrocytenmembran verursacht werden. Es könnte sich dabei um eine Neuordnung der Hämoglobinmoleküle handeln, deren extremster Zustand die Bildung eines Makromoleküls wäre (PONDER, 1955).

Experimentell nachgewiesen ist die Bedeutung der unveresterten, freien Fettsäuren bei der Bildung von Stechapfelformen. Morphologisch ist an den Erythrocyten nach Zusatz von unveresterten, freien Fettsäuren oder deren Salze eine Mikroplanie, später Stechapfelformbildung und schließlich, kurz vor der Hämolyse, eine Sphärocytose festzustellen (EHRLY, GRAMLICH u. MÜLLER, 1964).

Barreto (BARRETO, 1971) beschreibt die Stechapfelbildung als eine der Vorstadien der Hämolyse. Er provozierte die Hämolyse durch Glaskontrakt. Dabei beobachtete er, daß die Blutkörperchen zuerst gezackte Ränder bekamen, dann ihre Zacken verloren und ihre runde Begrenzung wieder-gewannen, die sich über die ehemaligen Spitzen der Zacken hinaus erstreckte. Zusätzlich ging die Konkavität verloren. Nach diesen Veränderungen hämolysierten die Zellen.

Zusammenfassend kann man sagen, daß zwar einige Faktoren, die zur Stechapfelformbildung führen, bekannt sind, daß aber über den Wirkungsmechanismus nur Vermutungen angestellt werden können.

2. Akanthocyten:

Akanthocyten sind Erythrocyten mit unregelmäßig angeordneten spitzigen Protuberanzen. Sie unterscheiden sich von den Stechapfelformen vor allem durch die Unregelmäßigkeit ihrer stacheligen Begrenzungen. Eine besondere Form der Akanthocyten sind die in der Einleitung schon erwähnten Helmformen, die auch Eierschalenzellen (GASSER, 1953) genannt werden. Sie fallen durch eine annähernd dreieckige Form auf mit einem abgerundeten und zwei spitzen Fortsätzen (KAYDEN u. BESSIS, 1970). Nähere Einzelheiten über das Vorkommen der Akanthocyten sind in der Einleitung angeführt.

3. Pyknocyten:

Pyknocyten (TUFFY et al., 1959) sind irregulär kontrahierte Erythrocyten, die in geringer Anzahl bei Neugeborenen und jungen Säuglingen, vor allem aber bei Frühgeborenen,

im peripheren Blut auftreten. Eine deutliche Pyknocytose bis zu 50 % findet man bei gewissen ungeklärten hämolytischen Anämien, aber auch bei Infektionen mit pathogenen Stämmen von E. coli im Säuglingsalter. Der Pyknocyt zeigt eine ähnlich "dichte" Hämoglobinfüllung wie der Sphärocyt, hat aber in der Aufsicht keine kreisrunde, sondern eine irreguläre Form mit spitz oder stumpf zulaufenden Fortsätzen.

4. Schistocyten:

Schistocyten sind fragmentierte Erythrocyten, die vor allem bei mechanisch bedingten hämolytischen Anämien auftreten.

III. Methode

1. Versuchsanordnung:

Von jedem Probanden wurde zunächst ein Tropfen Blut aus der Fingerbeere (der erste Tropfen wurde verworfen) auf einen Objektträger gebracht und davon sofort ein Blutaussstrich angefertigt. Somit hat man einen Ausstrich ohne Einfluß eines Antikoagulans und ohne Alterung des Blutes außerhalb des Körpers.

Als nächstes wurde demselben Probanden Blut aus der Kubitalvene entnommen und in einem EDTA-beschichteten Röhrchen gesammelt. Sobald das Röhrchen gefüllt war (Inhalt 1 ml), wurde unverzüglich mit einem Tropfen Blut aus diesem Röhrchen ein Ausstrich angefertigt. Damit wurde die Form der Erythrocyten sofort nach Kontakt mit EDTA, also praktisch ohne Alterung in vitro, festgehalten.

Aus demselben Röhrchen wurde dann nach ein, zwei und vier Stunden nach Blutabnahme je ein Tropfen Blut entnommen und auf einen Objektträger ausgestrichen, wobei das Röhrchen stets bei Zimmertemperatur aufbe-

wahrt worden war. So konnten etwaige Formveränderungen der Erythrocyten nach ein-, zwei- und vierstündiger Lagerung in einem EDTA-beschichteten Röhrchen mittels Blutausstrich festgehalten werden.

Die Färbung der Ausstriche erfolgte nach der panoptischen Färbemethode von Pappenheim.

Die EDTA-Röhrchen entstammen der Serienproduktion der Firma GREINER u. SÖHNE in Nürtingen. Das EDTA haftet bei diesen Röhrchen als feines Granulat an der Röhrchenwand. Die Menge des Antikoagulans ist dabei so bemessen, daß pro Milliliter Fassungsvermögen des Röhrchens 1,5 mg EDTA eingefüllt sind. Bei den Versuchen wurden Röhrchen mit 1 ml Fassungsvermögen verwendet. Um etwaige Ungenauigkeiten der EDTA-Zuteilung bei den einzelnen Röhrchen aufzudecken, wurden 20 Röhrchen mit jeweils 1 ml Aqua bidest. gefüllt und dann die Osmolarität mittels Kryoskopie gemessen. Es ergaben sich keine meßbaren Unterschiede.

2. Auswertung der Versuche:

Von jedem der gefärbten Blutausstriche wurden drei Stellen mit je einem Schwarz-weiß-Bild unter Zuhilfenahme

eines Mikroskops photographisch dokumentiert. Die Auswahl dieser Stellen wurde insofern dem Zufall überlassen, als zunächst mit kleiner Vergrößerung ein Feld mit gut verteilt liegenden Erythrocyten aufgesucht wurde und dann mit geschlossenen Augen am Kreutztisch weitergedreht wurde. Nur diese blind gefundenen Stellen wurden photographiert. Damit wurde eine "Auslese" des Betrachters vermieden. So entstanden von jedem Probanden 15 repräsentative Fotos seiner fünf Blutaussstriche, was die spätere Auswertung der Versuche wesentlich erleichterte.

Das Mikroskop war mit einem Okular von 10-facher Vergrößerung ausgerüstet. Das benutzte Objektiv hatte eine 40-fache Vergrößerung und eine numerische Aperia-
tur von 1,0. Es wurde mit Ölimmersion gearbeitet. Im fotografierten Feld befanden sich zwischen 210 und 383 Erythrocyten.

Bei der Auswertung der Bilder wurde folgende Einteilung getroffen: die Probanden wurden nach ihrem Alter geordnet und auf einer Tabelle übereinander angeführt. Gesundheitliche Besonderheiten der Probanden wurden vermerkt.

Die Bilder jedes einzelnen Probanden wurden nach Fehlformen durchmustert und deren Häufigkeit bzw. ihr Fehlen auf den Bildern der Ausstriche direkt von der Fingerbeere und von venösem Blut, das unter Zugabe von EDTA 0, 1, 2, und vier Stunden gelagert worden war, getrennt notiert.

Bei dieser Arbeit werden zwei Kategorien von Fehlformen, nämlich Stechäpfel und Pyknocyten, besprochen. Außerdem wird das Auftreten von Zellen mit Konturverlust beschrieben. Unter Konturverlust der Erythrocyten ist der Verlust der typischen kreisrunden Begrenzung der Zellen mit gegenseitiger Beeinflussung der Gestalt und Form benachbart liegender roter Blutkörperchen gemeint. Bildauschnitte mit Stechapfelformen, Pyknozyten und Zellen mit Konturverlust zeigen die Abbildungen 1, 2 und 3.

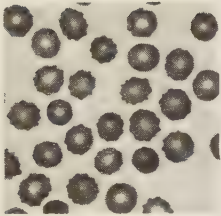


Abb. 1
Stechapfel-
formen

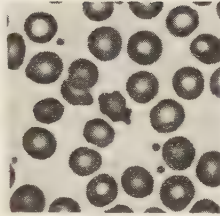


Abb. 2
Pyknocyt
(Bildmitte)

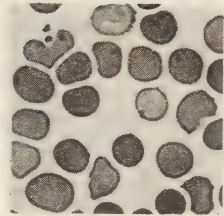


Abb. 3
Konturver-
lust

Das Fehlen einer Erscheinungsform ist in der Tabelle durch einen Querstrich deutlich gemacht. Für die Häufigkeit der einzelnen Formen stehen Kreuzchen. Drei Kreuze bedeuten, daß weit über die Hälfte der Erythrocyten die jeweils bezeichnete Form angenommen hat. Zwei Kreuze zeigen an, daß ungefähr die Hälfte der roten Zellen in typischer Weise verändert ist. Formveränderungen, deren Häufigkeit etwas zwischen 10 und 25 % beträgt, wurden mit einem Kreuz registriert. Nur vereinzelter Vorkommen wurde mit einem Kreuz in Klammern notiert.

Die Auswertung aller Versuche zeigt die folgende Tabelle. Dazu standen 345 Fotografien zur Verfügung, die bei der Aufstellung der Tabelle berücksichtigt wurden. Die folgenden Besprechungen beziehen sich alle auf diese Tabelle.

IV. P r o b a n d e n k o l l e k t i v

Das Probandenkollektiv setzt sich aus 23 Patienten der von Haunerschen Kinderklinik der Universität München zusammen. Es beinhaltet fünf Kinder im Alter zwischen 4 und 13 1/2 Jahren, sieben Säuglinge im Alter von 32 Tagen bis 3 Monaten und elf Neugeborene, deren Altersspektrum 8 Stunden bis 25 Tage umfaßt.

Probanden	Besonderheiten	Stechäpfel				
		direkt	0	1	2	4
13½ J. ♂	ungeklärte Anfälle	(+)	+	+	++	+++
12 J. ♀	Leukämie	—	—	—	—	(+)
11 J. ♀	Grand mal	(+)	(+)	—	+	+++
6 J. ♂	M.Hodgkin	(+)	(+)	+	+	+
4 J. ♂	Leukämie	—	(+)	(+)	+	+
3 Mon. ♂	schlechtes Gedeihen	—	+	++	++	—
3 Mon. ♂	Durchfälle	—	—	—	—	—
1½ Mon. ♀	Frühgeburt	—	—	(+)	(+)	+++
43 Tage ♂	Op. vor 9 Tagen	—	—	—	—	—
39 Tage ♂	Op. vor 8 Tagen	—	(+)	(+)	(+)	(+)
35 Tage ♀	Frühgeburt	—	—	(+)	(+)	(+)
32 Tage ♀	Frühgeburt	(+)	—	(+)	(+)	(+)
25 Tage ♂	Frühgeburt	(+)	—	—	+	+++
23 Tage ♂	Frühgeburt	—	(+)	++	++	+++
19 Tage ♂	Kephalhämatom	—	—	—	—	+
17 Tage ♂	Frühgeburt	—	(+)	(+)	+	+++
15 Tage ♂	Frühgeburt	—	+	—	—	+++
7 Tage ♂	Frühgeburt	—	(+)	+	++	+++
4 Tage ♀	Frühgeburt	(+)	+	+	(+)	—
3 Tage ♀	Frühgeburt	(+)	+	+++	+++	(+)
3 Tage ♀	Frühgeburt	+	++	++	+++	+
1 Tag ♀	Frühgeburt	—	(+)	+	+++	—
8 Std. ♂	Frühgeburt	—	(+)	—	(+)	+

Tabelle

Pyknocyten					Konturverlust				
direkt	0	1	2	4	direkt	0	1	2	4
(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	(+)	-	(+)	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	(+)	++
-	(+)	-	-	-	-	-	(+)	(+)	+
(+)	-	-	(+)	(+)	(+)	+	++	(+)	(+)
-	-	-	-	-	(+)	(+)	(+)	++	++
-	(+)	(+)	-	(+)	-	+	(+)	-	+
-	-	-	-	-	-	-	(+)	-	-
-	-	(+)	-	-	-	-	(+)	(+)	+
-	-	-	-	-	-	+++	++	+	-
-	-	-	-	-	-	(+)	(+)	(+)	-
(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	++	+	(+)	-
-	(+)	-	(+)	-	-	-	++	++	-
-	-	(+)	(+)	(+)	-	(+)	(+)	++	-
(+)	-	(+)	(+)	(+)	-	(+)	(+)	+	++
-	(+)	(+)	(+)	(+)	+++	(+)	-	-	+++
-	(+)	-	-	-	+	-	(+)	-	+
(+)	-	-	(+)	-	(+)	+	+	-	+++
-	-	-	-	-	++	++	++	+	++

V. E r g e b n i s s e

1. Kinder:

Als Probanden standen fünf Kinder im Alter zwischen 4 und 13 1/2 Jahren zur Verfügung.

Es zeigte sich bei dieser Altersgruppe, daß in Ausstrichen von Blut, das ohne EDTA-Zusatz direkt von der Fingerbeere auf den Objektträger gebracht wurde, Stechapfelformen allenfalls ganz vereinzelt auftraten (Abb. 4).

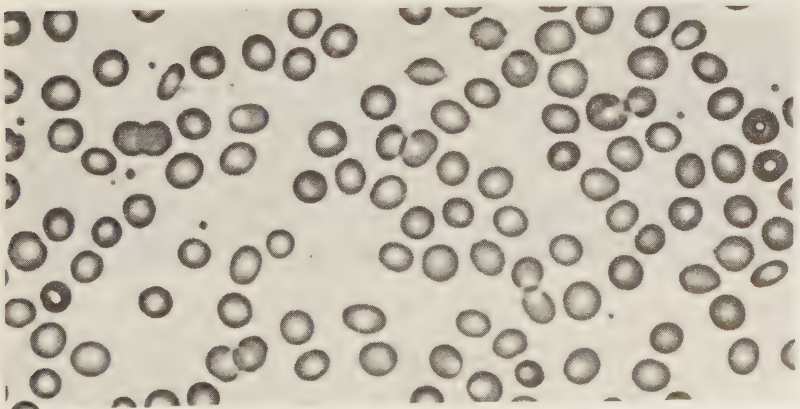


Abb. 4

Geringe bis keine Stechapfelformbildung ergab die Anfertigung von Ausstrichen des in EDTA-beschichteten Röhrchen gesammelten venösen Blutes, wenn das Ausstreichen des Blutes sofort nach der Blutentnahme geschah.

Abbildung 5 zeigt einen solchen Ausstrich.

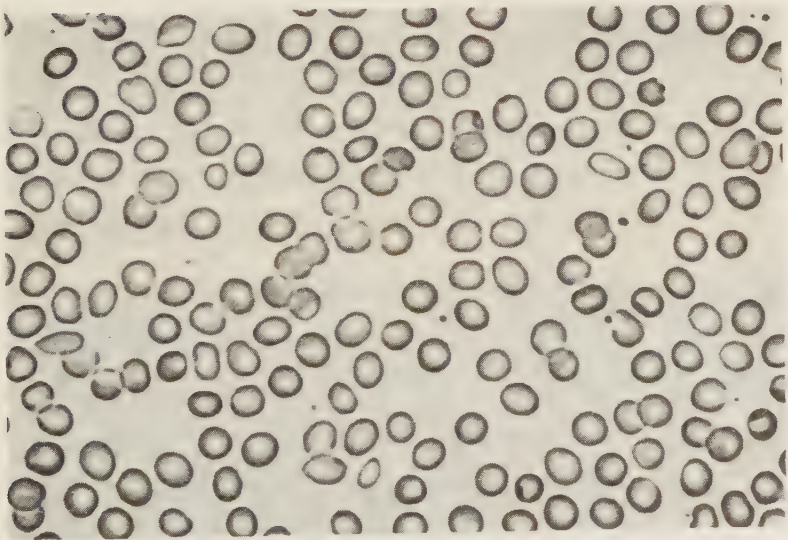


Abb. 5

Eine geringe Zunahme der Stechapfelformen bei Lagerung des Blutes konnte bei zwei von fünf Probanden bereits nach einer Stunde festgestellt werden. Nach zwei Stunden waren im Blut des ältesten Probanden bereits etwa die Hälfte der Erythrocyten in Stechapfelformen verwandelt, während bei den übrigen mit einer Ausnahme eine geringe Zunahme der gezackten Zellformen auftrat. Nach einer Lagerzeit von vier Stunden waren auf allen Ausstrichen Stechapfelformen vorhanden, wobei ihre Häufigkeit je nach Proband vom vereinzeltten Auftreten bis zur Transformation fast aller Erythrocyten reichte. Eine ausgeprägte Stechapfelformbildung nach vierstündiger Lagerung zeigt Abbildung 6.

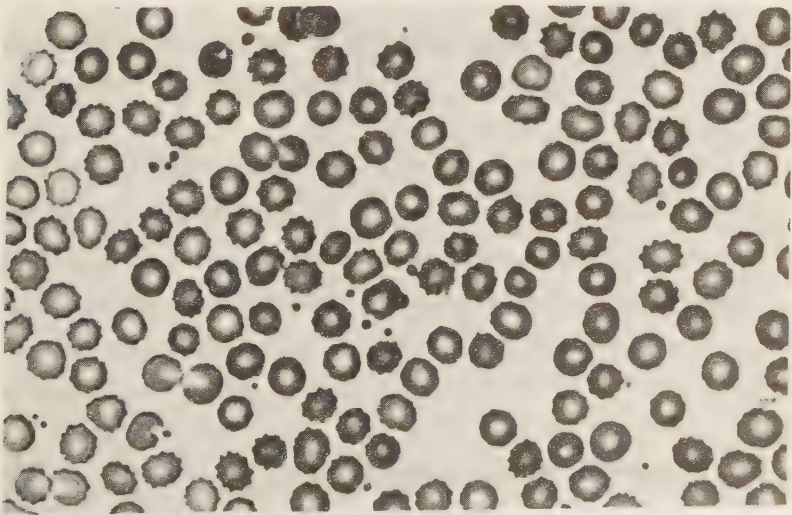


Abb. 6

Pyknocyten konnten bei Blutausstrichen direkt von der Fingerbeere ebenso wie bei den Ausstrichen von Blut aus der Vene vereinzelt festgestellt werden.

Pyknocyten traten, wenn überhaupt, dann völlig unabhängig von der Lagerzeit und der Art der Blutgewinnung, gleichgültig ob aus der Fingerbeere oder aus der Vene, auf.

Ein Konturverlust der Erythrocyten trat weder beim frischen noch beim gelagerten Blut dieser Altersgruppe von Probanden auf.

2. Säuglinge:

Als Probanden standen sieben Säuglinge im Alter zwischen 32 Tagen und 3 Monaten zur Verfügung.

Da bei den Säuglingen eine Blutentnahme aus der Kubitalvene technisch schwierig ist, wurde bei ihnen das Blut aus Kopfvenen genommen. Aus demselben Grund wurde das Blut für die direkten Ausstriche bei den Säuglingen aus der Ferse und nicht wie bei den Kindern aus der Fingerbeere gewonnen.

Die Abbildungen 7, 8, 9, 10 und 11 zeigen einen für Säuglinge typischen Versuchsverlauf.

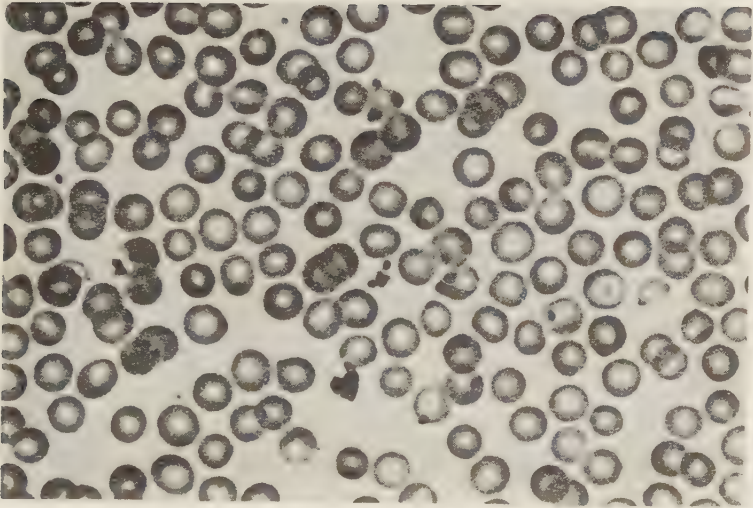


Abb. 7: direkter Ausstrich

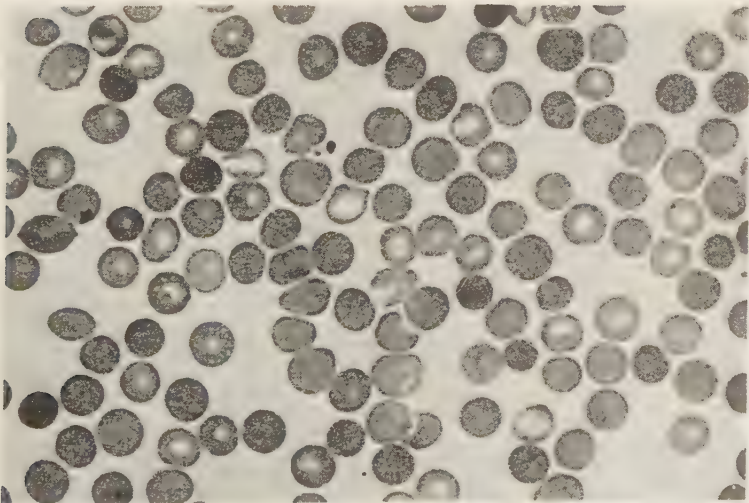


Abb. 8: venöses Blut ohne Lagerzeit

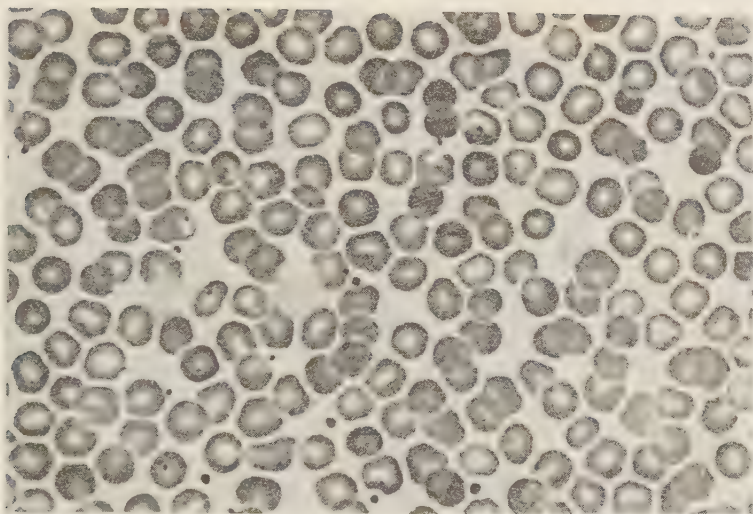


Abb. 9: Ausstrich eine Stunde nach Blutabnahme

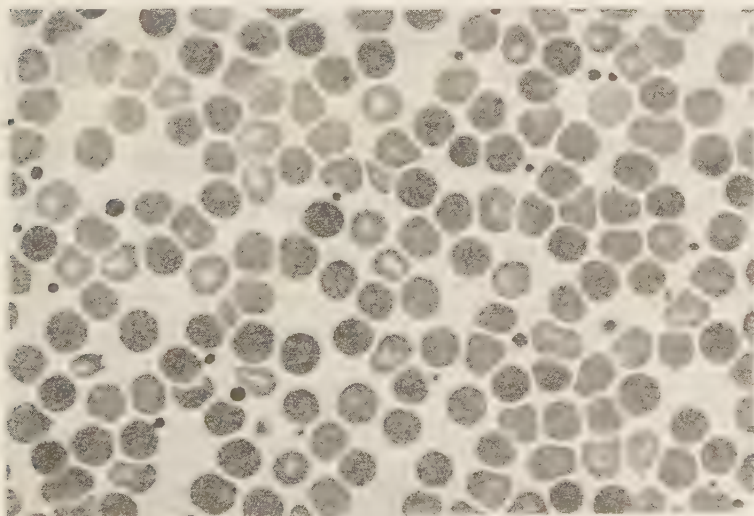
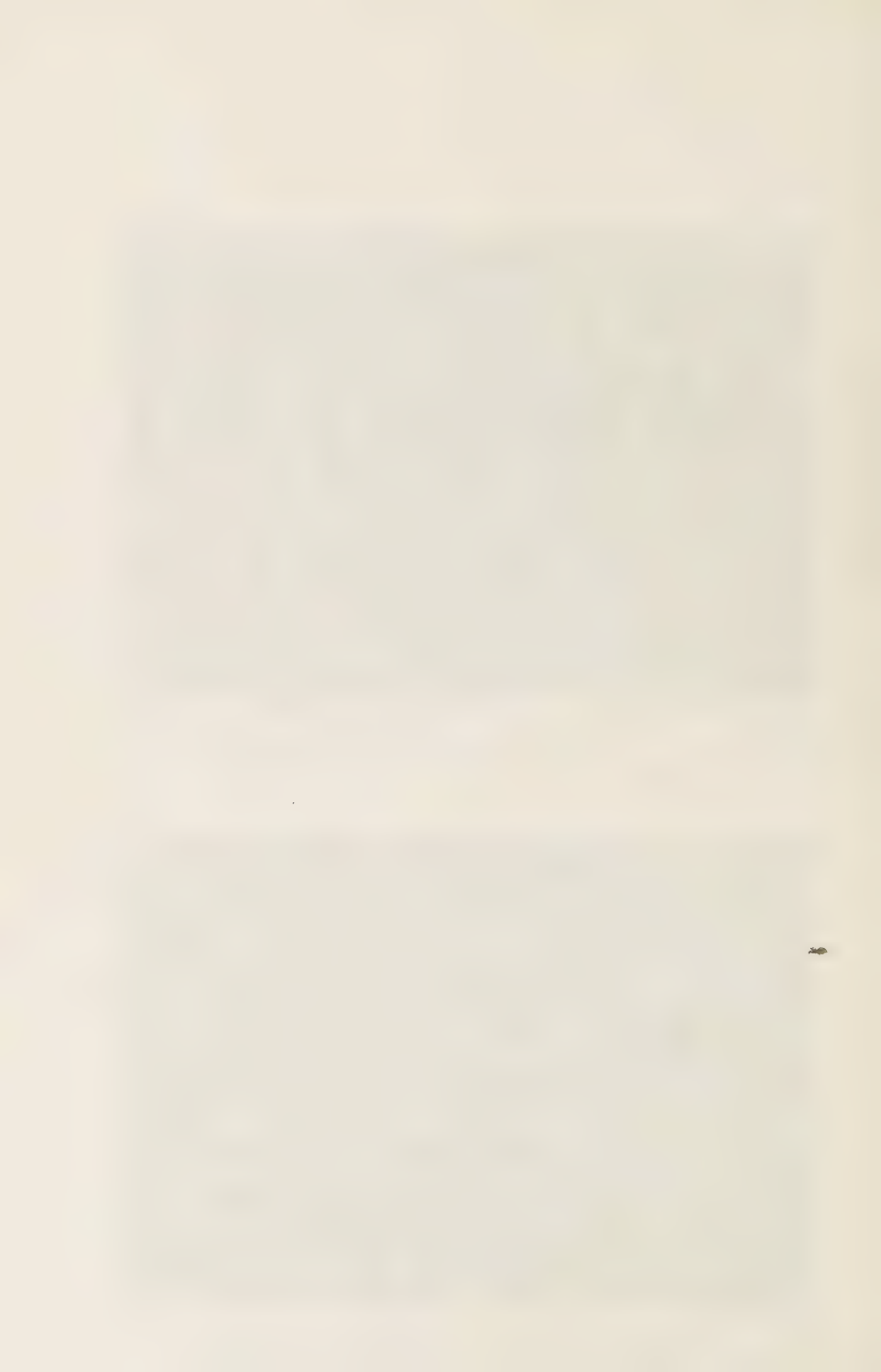


Abb. 10: Ausstrich zwei Stunden nach Blutabnahme



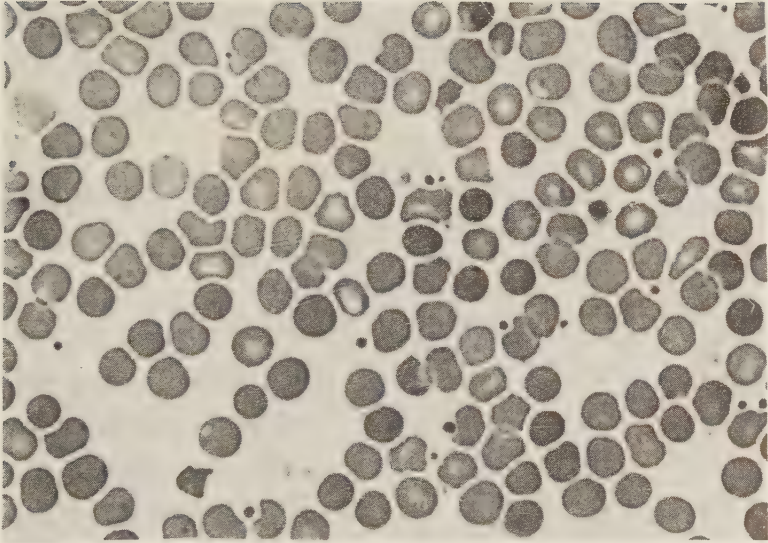


Abb. 11: Ausstrich nach 4 Std. nach Blutabnahme

Bei den Säuglingen trat hier im Gegensatz zu den Kindern im direkten Ausstrich von zwei Probanden ein Konturverlust der Erythrocyten auf.

Pyknocyten waren bei Ausstrich des Blutropfens von der Ferse bei einem einzigen Probanden dieser Gruppe nachweisbar.

Ebenfalls bei nur einem Probanden traten im direkten Ausstrich Stechapfelformen auf.

Das Auftreten des Konturverlustes wurde häufiger und deutlicher bei Ausstrichen von Blut, das ohne Lagerzeit aus dem EDTA-beschichteten Röhrchen gleich nach der Blutabnahme entnommen und ausgestrichen wurde. Abbildung 6 zeigt im Vergleich mit Abbildung 5 deutlich.

Die Stechapfelformen traten dagegen im Vergleich mit dem aus der Ferse gewonnenen Blut in Ausstrichen von ungelagerten venösem Blut nicht häufiger auf. Hier konnte nur im Ausstrich eines Probanden eine verschwindend kleine Zahl von Stechapfelformen festgestellt werden.

Pyknocyten waren im ungelagerten venösen Blut von zwei Probanden vereinzelt nachweisbar.

Dieselben Ergebnisse bezüglich der Pyknocyten erbrachten die Ausstriche nach einer Lagerzeit von einer Stunde.

Dagegen war eine Zunahme der Transformation der Erythrocyten zu Stechapfelformen während der einstündigen Lagerung nicht zu übersehen. Vier der sieben Ausstriche zeigten eine geringe Zahl von Stechapfelformen, und bei einem Ausstrich war ungefähr die Hälfte der Erythrocyten zackig begrenzt.

Noch deutlicher war die Zunahme der Erythrocyten mit Konturverlust. Bei allen sieben Ausstrichen traten diese Zellformen nach einstündiger Lagerung auf, wobei sie bei sechs von ihnen nur vereinzelt vorkamen, bei einem war aber fast die Hälfte der Erythrocyten diesbezüglich verändert.

Nach zweistündiger Lagerung verschwanden bei zwei Probanden die vorher vereinzelt Zellen mit Konturverlust, bei einem traten vermehrt Konturverluste auf, bei einem anderen vermindert.

Pyknocyten waren auch bei zweistündiger Lagerung wie bei

allen früheren Ausstrichen im Einklang mit den Befunden bei den älteren Kindern höchstens vereinzelt nachweisbar.

Eine Abweichung von den bei den Kindern gesehenen Ergebnissen zeigten jedoch die Stechapfelformen. Ihr Anteil blieb im Vergleich mit den Ausstrichen nach einstündiger Lagerung ziemlich konstant. Somit steht ein Unterschied zwischen Blut von Kindern und Säuglingen fest, was die Transformation der Erythrocyten zu Stachelzellen bei Lagerung anbelangt. Während beim Blut von Kindern eine Zunahme der Stechapfelformen zwischen der ersten und zweiten Stunde nach der Blutabnahme deutlich wurde, blieb der Anteil der Zellen mit gezacktem Rand bei Säuglingen in diesem Zeitraum ziemlich konstant.

Nach vierstündiger Lagerung blieb der Anteil der Stechapfelformen bei vier Ausstrichen gleich, bei einem nahmen sie im Vergleich zu den Ausstrichen nach zweistündiger Lagerung zu, bei einem verschwanden sie zugunsten von Zellen mit Konturverlust.

Zellen mit Konturverlust waren nach vierstündiger Lage-

rung bei sechs von sieben Ausstrichen nachweisbar, wobei sie jetzt bei zwei Ausstrichen etwa die Hälfte der roten Zellen ausmachten.

Pyknocyten traten auch nach vierstündiger Lagerung höchstens vereinzelt auf.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß bei Säuglingen mit Zunahme der Lagerzeit nur eine geringe Zunahme der Stechapfelformen erfolgt, während die Lagerzeit auf die Pyknocytenzahl gar keinen Einfluß hat. Die Zellen mit Konturverlust nahmen bei der Lagerung des Blutes nur wenig zu. Es zeigte sich auch hier wieder wie bei dem Blut von Kindern, daß die Ausstriche, die direkt von der Fingerbeere bzw. von der Ferse gemacht wurden, die wenigsten morphologischen Veränderungen an den Erythrocyten aufweisen.

3. Neugeborene

Als Probanden standen elf Neugeborene im Alter von 8 Stunden bis 25 Tagen zur Verfügung. Es handelte sich dabei bis auf die Ausnahme eines Probanden mit einem Kephalhämatom ausschließlich um Frühgeborene.

Im Gegensatz zum Ergebnis bei den Säuglingen, bei deren Blutproben der Versuchsverlauf eine gewisse Einheitlichkeit aufwies, unterscheiden sich die Ergebnisse bei den Neugeborenen zum Teil ganz deutlich.

Bei den direkten Ausstrichen des aus der Ferse gewonnenen Blutes war nur eine geringe Neigung zur Bildung von Stechapfelformen festzustellen. Bei sieben von elf Ausstrichen zeigte sich keine Transformation der Erythrocyten zu Stechäpfeln, drei wiesen vereinzelt gezackte Zellen auf, und nur bei einem von elf Ausstrichen waren ungefähr 10 % der Erythrocyten diesbezüglich verändert.

Pyknocyten wiesen nur drei von elf Ausstrichen direkt von der Ferse auf. Allerdings traten sie auch hier nur ganz vereinzelt auf.

Eine größere Diskordanz der Ergebnisse zeigte die Überprüfung der direkten Ausstriche auf Zellen mit Konturverlust. Auf sechs dieser Ausstriche war kein Konturverlust der Erythrocyten feststellbar, während auf den restlichen fünf Ausstrichen ein Konturverlust fast aller roten Zellen beeindruckte. Auffallend ist hier, daß vier dieser fünf Ausstriche von Neugeborenen

stammen, die bei Blutabnahme nicht älter als drei Tage waren.

Das Blut derselben Untergruppe der Neugeborenen im Alter zwischen acht Stunden und drei Tagen zeigte auch ein besonderes Verhalten bei der Lagerung, so daß es zur Besprechung des aus der Vene gewonnen und in EDTA-beschichteten Röhrchen gesammelten Blutes zweckmäßig erschien, die neugeborenen Probanden in zwei Gruppen zu unterteilen, nämlich in eine Altersgruppe zwischen 8 Stunden und 3 Tagen und in eine Altersgruppe zwischen 4 und 25 Tagen, wobei die Ergebnisse des 4 Tage alten Probanden eine Mittelstellung einnehmen.

Die Ausstriche der Gruppe im Alter zwischen 4 und 25 Tagen zeigten mit zunehmender Lagerzeit eine Zunahme der Transformation der Erythrocyten zu Stechapfelformen. Als Beispiel seien hier die Blutausstriche eines 23 Tage alten Neugeborenen angeführt.

Wie auf Abbildung 12 zu sehen ist, sind selbst bei sofortigem Ausstrich nach Blutabnahme aus einer Kopfvene einige Stechäpfel auf dem Ausstrich vorhanden.

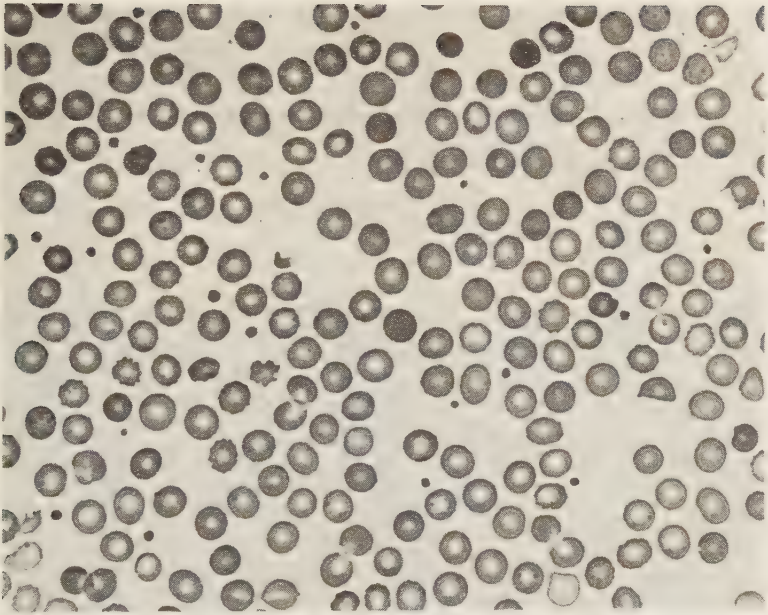


Abb. 12: Ausstrich von venösem Blut ohne Lagerzeit

Pyknocyten sind nicht vertreten.

Zellen mit Konturverlust treten als ganz typisches Merkmal dieser Gruppe beim Ausstrich von Blut ohne Lagerzeit nicht auf. Dies unterscheidet diese Gruppe ganz eindeutig von den jüngeren Neugeborenen.

Nach einstündiger Lagerung des Blutes war eine deutliche Zunahme des Anteils der Stechapfelformen zu verzeichnen, wie Abbildung 13 zeigt.

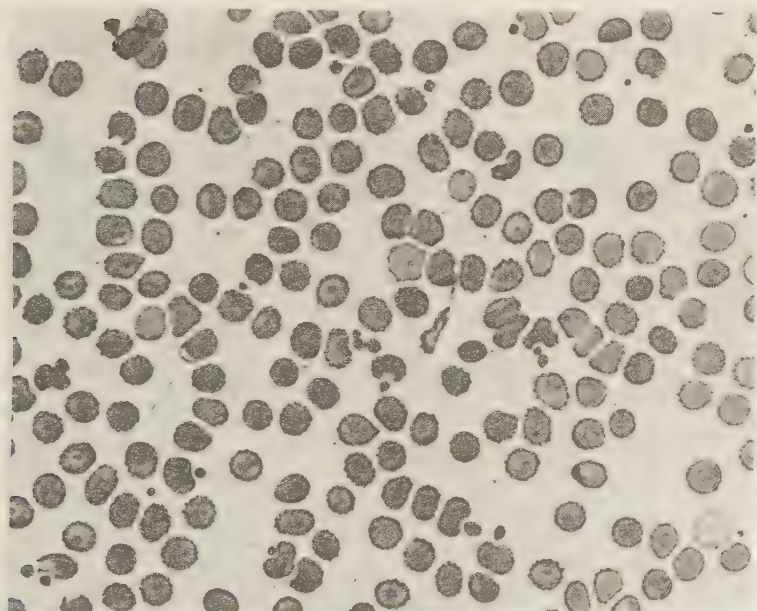


Abb. 13: Ausstrich eine Stunde nach Blutabnahme

Neben der Bildung von Stechäpfeln fällt der Konturverlust einiger Erythrocyten auf.

Pyknocyten sind nicht vorhanden.

Kaum eine Veränderung gegenüber den Ergebnissen nach einstündiger Lagerung zeigt der Ausstrich zwei Stunden nach Blutabnahme (Abb. 14). Es fällt nur eine leichte Zunahme der Stechapfelformen auf. Der Anteil der Zellen mit Konturverlust blieb gleich, Pyknocyten sind wieder keine auf dem Ausstrich.

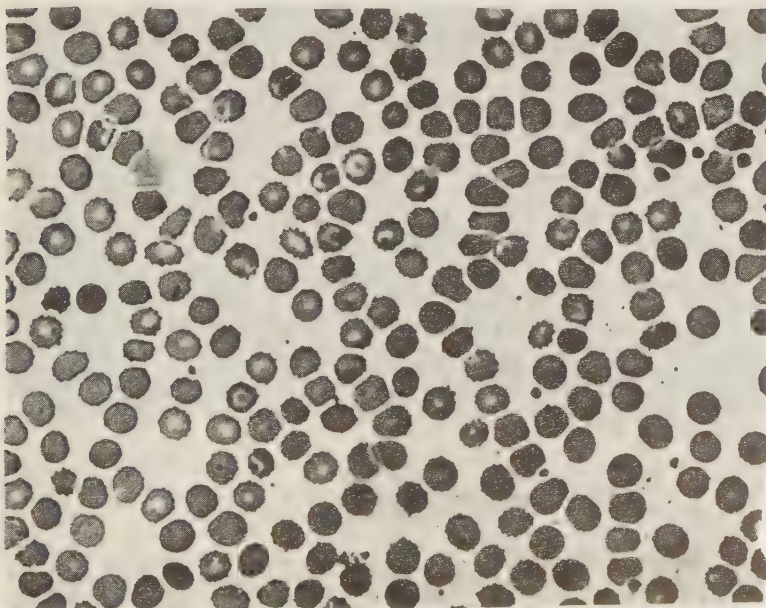


Abb. 14: Ausstrich 2 Stunden nach Blutabnahme

Nach vierstündiger Lagerung des Blutes haben fast alle Erythrocyten Stechapfelform angenommen (Abb. 15).

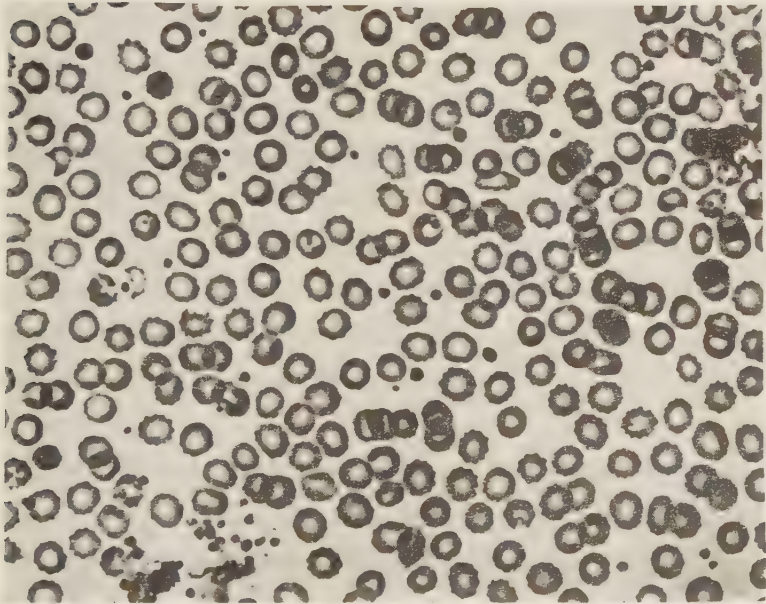


Abb. 15: Ausstrich 4 Stunden nach Blutabnahme

Die Zellen mit Konturverlust sind verschwunden. Dies ist mit Ausnahme des vier Tage alten Probanden, der wie eingangs schon erwähnt, eine Mittelstellung zwischen den beiden Untergruppen der Neugeborenen ein-

nimmt, bei allen Ausstrichen dieser 4 bis 25 Tage alten Neugeborenen nach vierstündiger Lagerung des Blutes der Fall.

Pyknocyten sind auf dem Ausstrich des hier angeführten Beispiels nicht vorhanden.

Beim Vergleich der Ergebnisse der Versuche mit dem Blut der Neugeborenen im Alter zwischen 4 und 25 Tagen kann festgestellt werden, daß der direkte Ausstrich von 5 der 7 Probanden keine Stechapfelformen aufweist und bei den restlichen 2 die gezackten Zellen nur vereinzelt nachweisbar sind.

Pyknocyten waren bei 2 von 7 direkten Ausstrichen nur ganz vereinzelt anzutreffen, während die restlichen 5 Ausstriche frei von Pyknocyten waren.

Zellen mit Konturverlust gab es bei direkten Ausstrichen in dieser Gruppe nicht. Dies unterscheidet sie wesentlich von der Gruppe der 8 Stunden bis 3 Tage alten Neugeborenen, bei denen im direkten Ausstrich ohne Ausnahme Zellen mit Konturverlust auftraten.

Bei den Ausstrichen von venösem Blut ohne Lagerung waren in 2 Fällen keine Stechapfelformen vorhanden, bei dreien vereinzelt. Bei weiteren 3 Ausstrichen waren 10 bis 20 % der Erythrocyten in Zellen mit gezacktem Rand verwandelt.

Pyknocyten waren bei drei von sieben Ausstrichen ganz vereinzelt nachweisbar.

Zellen mit Konturverlust wiesen fünf der sieben Ausstriche von Blut ohne Lagerzeit auf, wobei auf einem Ausstrich die Zellen mit Konturverlust überwogen, auf einem ungefähr die Hälfte der roten Blutkörperchen ausmachten. Auf drei Ausstrichen traten vereinzelt Erythrocyten mit Konturverlust auf, während zwei Ausstriche noch frei von diesen Veränderungen waren.

Nach einstündiger Lagerung war nur ein Ausstrich noch frei von Zellen mit Konturverlust. Bei zwei Ausstrichen hatte etwa die Hälfte der Erythrocyten die kreisrunde Form verloren, bei einem Ausstrich waren etwa 10 bis 20 % der Erythrocyten davon betroffen. Bei drei Ausstrichen zeigten sich diese Zellen nur vereinzelt und bei einem Ausstrich gar nicht.

Auch nach zweistündiger Lagerung war noch ein Ausstrich frei von Zellen mit Konturverlust. Dieser Ausstrich stammte von dem eingangs der Besprechung dieser Altersgruppe erwähnten Probanden mit einem Kephalhämatom, also von keinem Frühgeborenen. Bei zwei der sieben Ausstriche stellten etwa die Hälfte der Erythrocyten Zellen mit Konturverlust dar, zwei weitere Ausstriche zeigten einen Anteil von 10 bis 20% konturloser roter Blutkörperchen und ebenfalls zwei Ausstriche wiesen nur vereinzelt solche Zellen auf. Es hatte eine geringe Zunahme der Erythrocyten mit Konturverlust gegenüber dem Ausstrich eine Stunde nach der Blutabnahme stattgefunden.

Auch die Stechapfelformen traten nach zweistündiger Lagerung des Blutes bei Zimmertemperatur zahlreicher auf als eine Stunde nach Blutabnahme. Gegenüber den Ausstrichen vor einer Stunde hatten jetzt bei zwei Ausstrichen anstatt bei einem etwa die Hälfte der Erythrocyten Stechapfelformen angenommen. Zwei Ausstriche zeigten 10 bis 20 % Stechapfelformen, ein Ausstrich nur vereinzelt. Bei weiteren zwei Ausstrichen waren keine Stechapfelformen nach zweistündiger Lagerung nachweisbar.

Pyknocyten traten nach zweistündiger Lagerung in vier Fällen ganz vereinzelt auf.

Vier Stunden nach der Blutabnahme waren auf drei Ausstrichen Pyknocyten ebenfalls nur ganz vereinzelt auffindbar.

Dafür war nach vierstündiger Lagerung des Blutes eine gewaltige Vermehrung der Stechapfelformen eingetreten. Bis auf eine Ausnahme zeigten alle Ausstriche im Vergleich zu den Ausstrichen vor zwei Stunden eine Zunahme der Transformation der Erythrocyten zu Stechapfelformen. Die Ausnahme bildete das Blut des vier Tage alten Probanden, bei dem an die Stelle der Stechapfelformen Zellen mit Konturverlust getreten waren. Die Ausstriche von zwei Probanden waren nach vierstündiger Lagerung des Blutes übersät mit Stechapfelformen und zeigten fast keine normal geformten Erythrocyten mehr. Bei drei Ausstrichen machten die Stechapfelformen etwa die Hälfte der Erythrocyten aus, und ein Ausstrich hatte einen Anteil von gut 10 % an gezackten Zellen.

Ganz im Gegensatz zu den Stechapfelformen waren die Erythrocyten mit Konturverlust nach vierstündiger Lagerung mit Ausnahme des Blutausstriches des vier Tage

alten Probanden verschwunden.

Der vier Tage alte Proband nimmt eine Mittelstellung zwischen den Neugeborenen im Alter von acht Stunden bis drei Tagen und den Neugeborenen zwischen sieben und 25 Tagen ein. Während sein direkter Ausstrich sich mit denen der älteren Neugeborenen bezüglich des Konturverlustes konform verhielt, also keine Zellen mit Konturverlust zeigte, reihte er sich bei der Lagerung des Blutes in die Gruppe der jüngeren Neugeborenen ein, da sein Blutausstrich ganz im Gegensatz zu denen der älteren Neugeborenen nach vierstündiger Lagerung des Blutes eine erhebliche Zahl von Zellen mit Konturverlust vorwies.

Die Ausstriche vom Blut der jüngeren Neugeborenen im Alter von acht Stunden bis drei Tagen kann man sowohl an der Bildung von Stechapfelformen, als auch an der Transformation der Erythrocyten zu Zellen mit Konturverlust erkennen. Als Beispiel soll hier das Versuchsergebnis eines drei Tage alten Frühgeborenen stehen.

Abbildung 16 zeigt den direkten Ausstrich des aus der Ferse gewonnenen Blutes. Fast alle Erythrocyten haben

ihre normale kreisrunde Form verloren. Sie passen ihre Form den räumlichen Gegebenheiten an. Deutlich wird dies durch die gegenseitige Abplattung. Stechapfelbildung ist nicht zu verzeichnen.

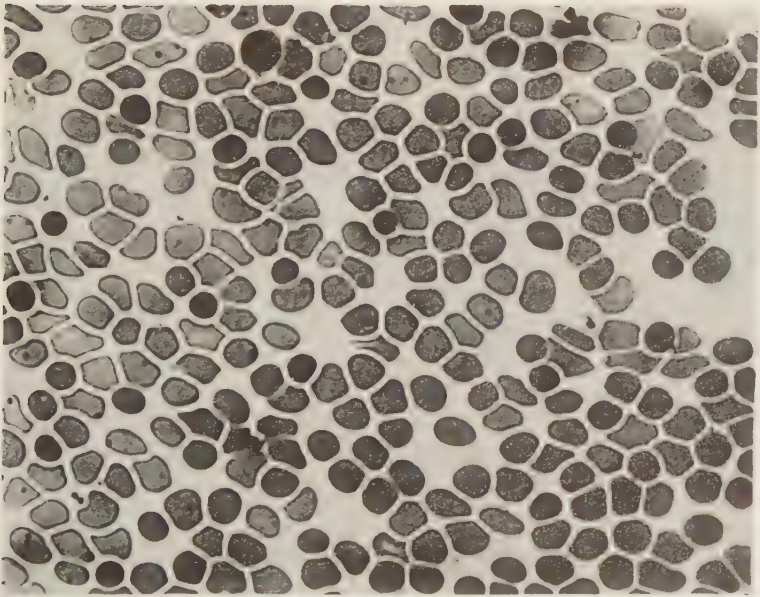


Abb. 16: direkter Ausstrich

Abbildung 17 zeigt den Ausstrich sofort nach Abnahme des in einem EDTA-beschichteten Röhrchen gesammelten Blutes. Im Gegensatz zum direkten Ausstrich ohne Verwendung eines Antikoagulans sind Zellen mit Konturverlust weniger stark vertreten. Dafür ist die Ausbildung von Stachelzellformen unverkennbar.

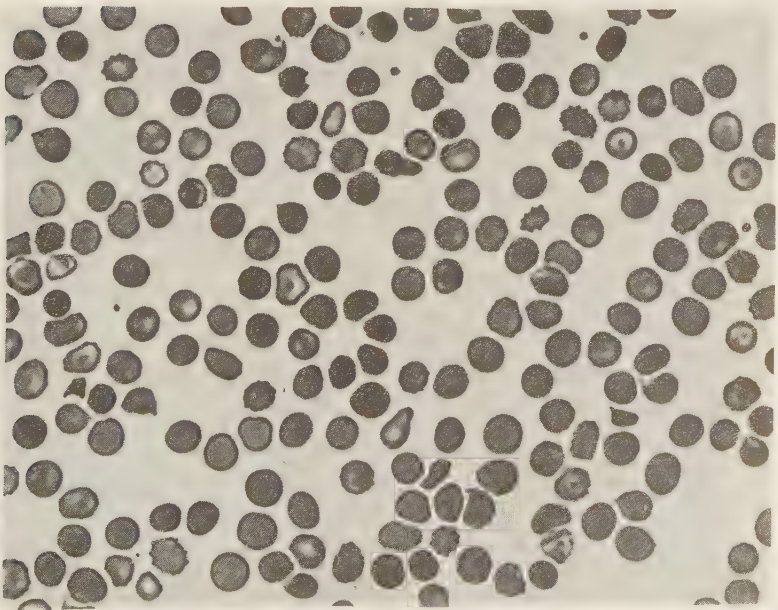


Abb. 17: Ausstrich von venösem Blut ohne Lagerzeit

Abbildung 18 stammt vom Ausstrich des eine Stunde gelagerten Blutes. Die Stechapfelformen haben stark zugenommen, Konturverluste sind kaum noch erkennbar.

Abbildung 19 zeigt den Ausstrich vom zwei Stunden gelagerten Blut. Praktisch alle Erythrocyten sind zu Stechapfelformen umgewandelt.

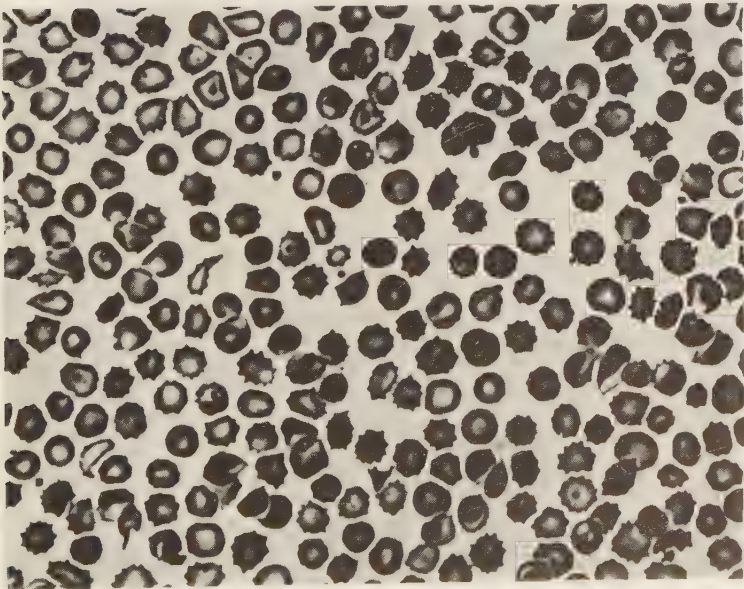


Abb. 18: Ausstrich eine Stunde nach Blutabnahme

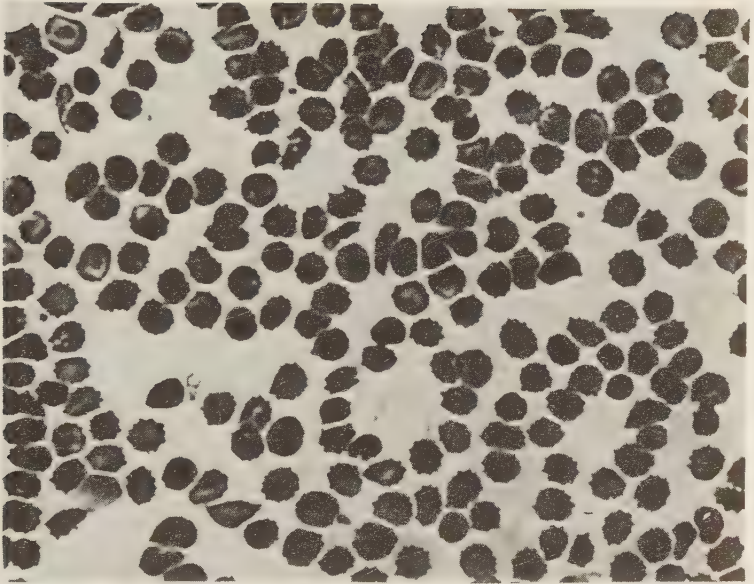


Abb. 19: Ausstrich zwei Stunden nach Blutabnahme

Auf Abbildung 20 hat sich gegenüber der vorangehenden Abbildung ein gewaltiger Wandel vollzogen.

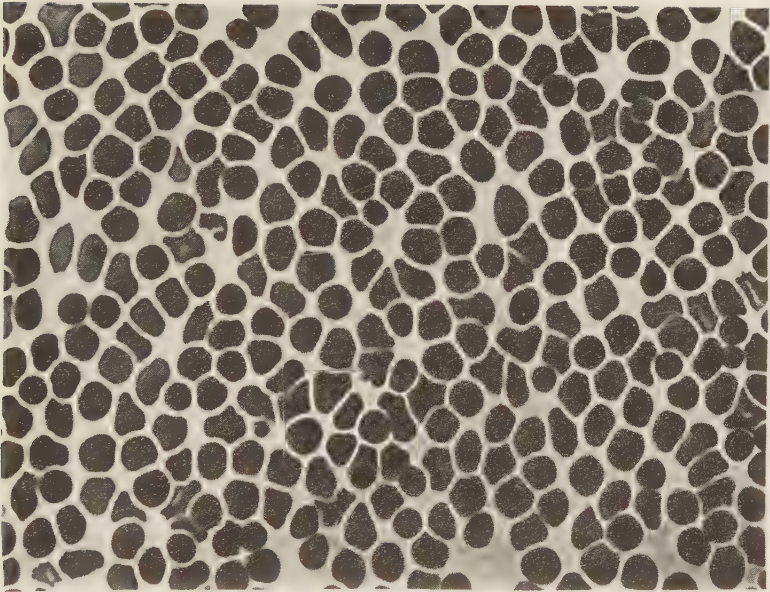


Abb. 20: Ausstrich vier Stunden nach Blutabnahme

Der Ausstrich, vier Stunden nach Blutabnahme angefertigt, zeigt nur noch Zellen mit Konturverlust. Die Stechapfelformen, die auf dem Ausstrich vom zwei Stunden gelagerten Blut dominieren, sind vollkommen verschwunden. Ihre Stelle haben jetzt die Zellen mit Konturverlust eingenommen.

Beim Vergleich der Ergebnisse der Versuche mit dem Blut der Neugeborenen im Alter zwischen acht Stunden und drei Tagen zeigte sich, daß Zellen mit Konturverlust im Gegensatz zu den älteren Neugeborenen bei allen vier Probanden schon im direkten Ausstrich auftraten.

Die Ausstriche des aus Kopfvenen gewonnenen Blutes, das in EDTA-beschichteten Röhrchen gesammelt wurde, zeigen bis zur 2. Lagerstunde eine Abnahme des Anteils der Zellen mit Konturverlust, während auf allen Ausstrichen vier Stunden nach Blutabnahme eine starke Zunahme der Zellen mit Konturverlust feststellbar ist.

Genau gegensätzlich verlief die Bildung von Stechapfelformen. Ihr Anteil nahm bis zur 2. Stunde bei allen vier Probanden zu, während dann vier Stunden nach Blutabnahme Stechapfelformen gar nicht mehr oder nur noch in geringer Zahl vorhanden waren. An ihre Stelle traten die Zellen mit Konturverlust.

Pyknocyten traten völlig unabhängig von der Art des Ausstriches und der Lagerzeit des Blutes höchstens vereinzelt auf.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Erythrocyten der Neugeborenen eine starke Neigung zur Ausbildung von Stechapfelformen zeigten, wobei der Höhepunkt der Bildung von Zellen mit gezacktem Rand bei den Neugeborenen im Alter zwischen 7 und 25 Tagen in den vier Stunden nach Blutentnahme angefertigten Ausstrichen vorzufinden war. Bei den Neugeborenen im Alter von 8 Stunden bis 3 Tagen lag der Gipfel des Anteils der Stechapfelformen bei den Ausstrichen, die vom 2 Stunden gelagerten Blut gemacht wurden.

VI. Diskussion

A) Formveränderungen im Ablauf der Zeit

Zunächst sollen die Formveränderungen der Erythrocyten im Ablauf der Zeit in einem alle Probanden umfassenden Überblick besprochen werden, bevor auf einzelne Altersgruppen näher eingegangen wird.

Um die in der Tabelle zusammengefaßten Ergebnisse übersichtlicher zu gestalten, wurde ein Punktesystem eingeführt, wobei ein Kreuz in Klammern mit einem halben Punkt bewertet wird, für ein Kreuz ohne Klammern wird ein Punkt berechnet, zwei Kreuze zählen zwei Punkte und drei Kreuze drei Punkte. Die Zahl der Punkte ist somit ein Maß für die Häufigkeit der jeweiligen Fehlform.

1. Stechapfelformen:

Zählt man in der Tabelle die Kreuze zusammen, die für Formveränderungen der Erythrocyten zu Stechäpfel stehen und berechnet nach dem oben angegebenen System die Punkte, so erhält man bei den direkten Ausstrichen 4 1/2 Punkte.

Ein mehr als doppelt so häufiges Auftreten von Stechapfelformen als bei direkten Ausstrichen ergibt die Berechnung für die Ausstriche von EDTA-Blut ohne Lagerzeit.

Es zeigt sich also ganz deutlich, daß direkte Ausstriche weit weniger Fehlformen in bezug auf Stechapfelformen zeitigen als Ausstriche von Blut, das durch EDTA-Zusatz ungerinnbar gemacht wurde, selbst wenn sofort nach Sammeln des Blutes Ausstriche angefertigt werden.

Ein einstündiges Lagern des Blutes führt zwar zu einer Zunahme der Stechapfelformen, ergibt aber keine so gravierende Steigerung wie der Vergleich zwischen direktem Ausstrich und EDTA-Blut ohne Lagerzeit.

Dagegen führt eine zweistündige Lagerung von EDTA-Blut bei Zimmertemperatur zu mehr als einer Verdoppelung des Anteils der Stechapfelformen gegenüber Ausstrichen ohne Lagerzeit.

Die vierstündige Lagerung ergibt gegenüber den Ergebnissen bei zweistündiger Aufbewahrung des Blutes nur noch eine geringfügige Veränderung.

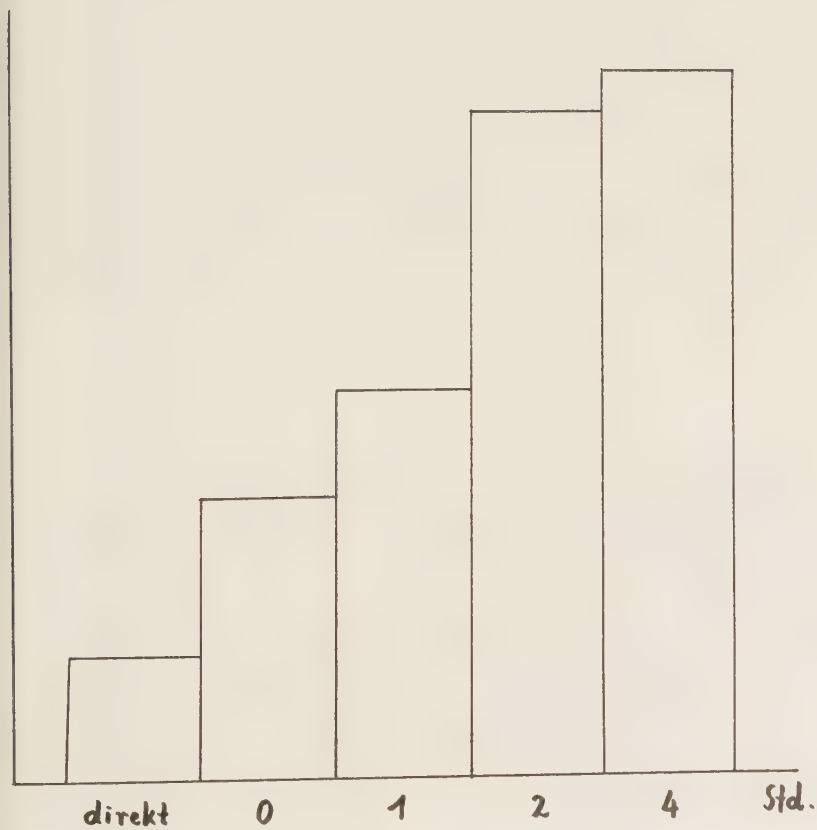


Abb. 24

Die oben besprochenen Ergebnisse sind in Abb. 21 veranschaulicht. Sie zeigt deutlich die Überlegenheit der direkten Ausstriche. Bei EDTA-Zusatz scheinen Faktoren wirksam zu werden, die eine artifizielle Stechapfelformung bewirken, wie z.B. die erhöhte Osmolarität durch den EDTA-Zusatz. Will man einen Ausstrich auf Stechapfelformen beurteilen, so ist also unbedingt ein direkter Ausstrich zu bevorzugen. Auf keinen Fall sollte man Ausstriche von Blut mit Lagerzeit zu einem solchen Zweck verwenden.

2. Pyknocyten:

Keine so große Überlegenheit der direkten Ausstriche gegenüber Ausstrichen von EDTA-Blut ergab sich bei den Pyknocyten. Abb. 22 zeigt zwar eine geringe Zunahme des Anteils der Pyknocyten am roten Blutbild bei Ausstrichen von EDTA-Blut gegenüber direkten Ausstrichen; sie ist aber bei weitem nicht so gravierend wie bei den Stechapfelformen. Selbst eine Lagerung des Blutes bis zu vier Stunden führt kaum zu einer Zunahme des Pyknocytenanteils.

Man kann also feststellen, daß zur Beurteilung des Pyknocytenanteils Ausstriche von EDTA-Blut zwar nicht ganz

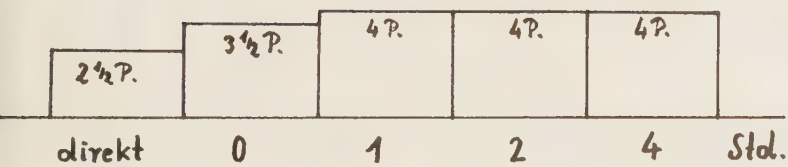


Abb. 22

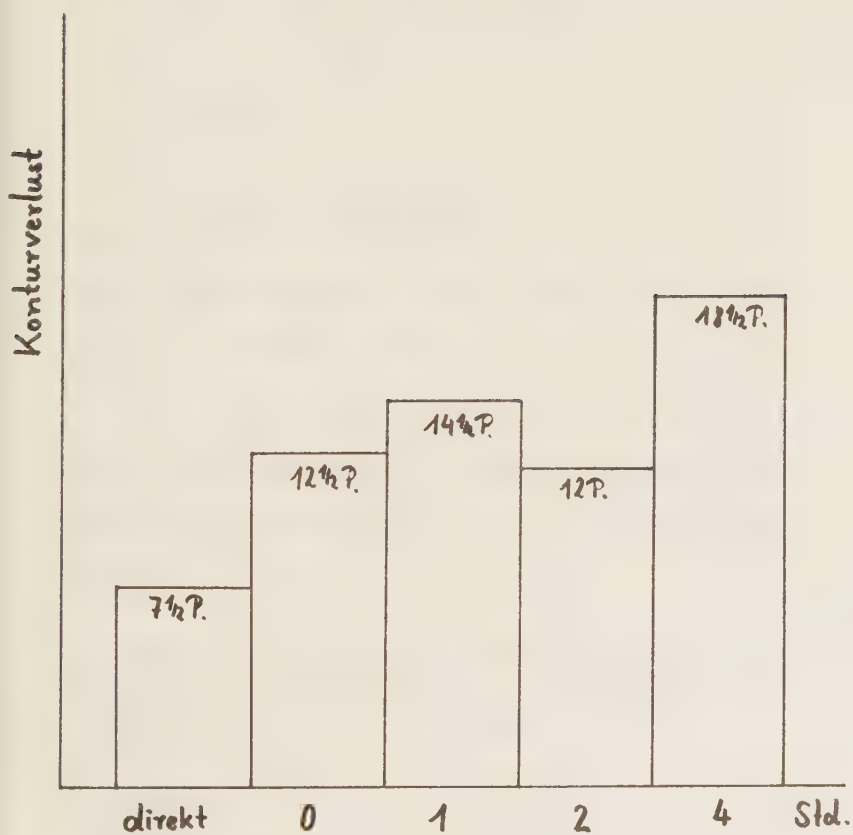


Abb. 23

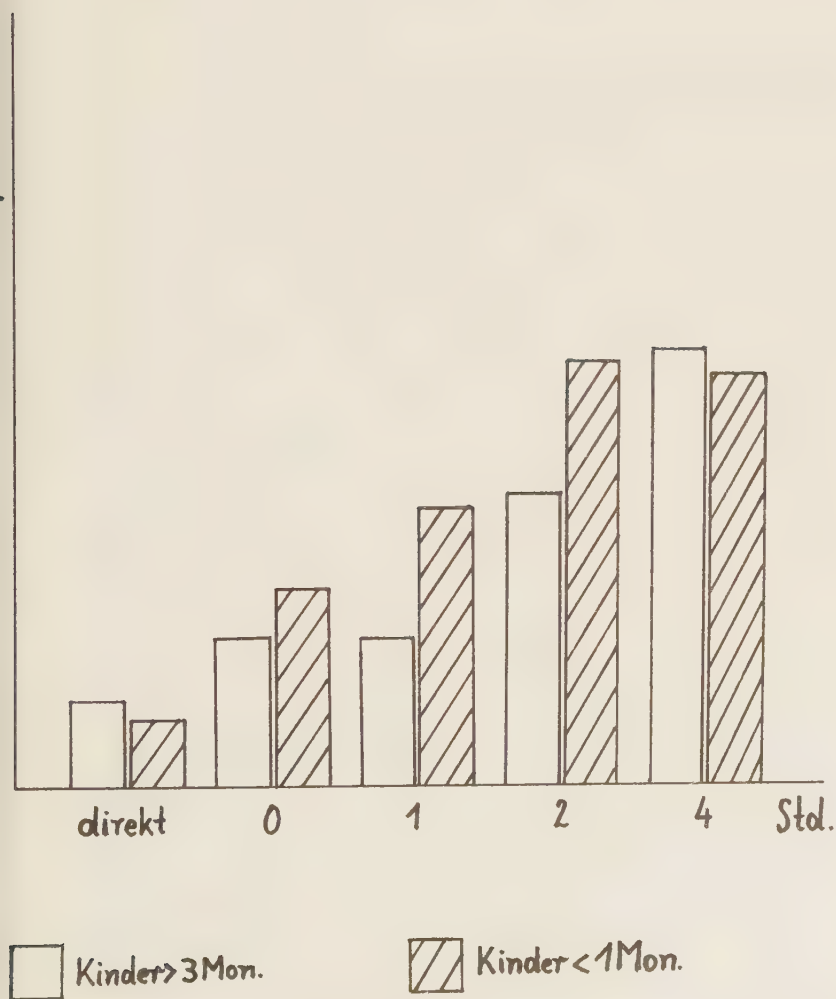
so ideal sind wie direkte Ausstriche, daß aber die Veränderungen gering sind und vor allem auch nach einer Lagerzeit bis zu vier Stunden nicht sehr ins Gewicht fallen.

3. Konturverlust:

Ein Konturverlust der Erythrocyten tritt schon bei direkten Ausstrichen auf. Aber auch hier zeigt sich wie bei den Stechapfelformen die Überlegenheit des direkten Ausstriches gegenüber Ausstrichen von EDTA-Blut, wie auf Abb. 23 ersichtlich ist. Bemerkenswert ist hier aber ein geringer Zurückgang des Anteils der Zellen mit Konturverlust auf Ausstrichen von zwei Stunden gelagertem EDTA-Blut gegenüber ungelagertem und eine Stunde gelagertem Blut.

B) Vergleich der Altersgruppe über 3 Monaten mit der Altersgruppe unter einem Monat

Zum Vergleich der beiden Altersgruppen wurde das Punktesystem, das eingangs der Diskussion beschrieben ist, verwendet. Selbstverständlich wurde bei der graphischen Darstellung der Punkte der verschiedenen Probandenzahl der beiden Altersgruppen Rechnung getragen und entspre-



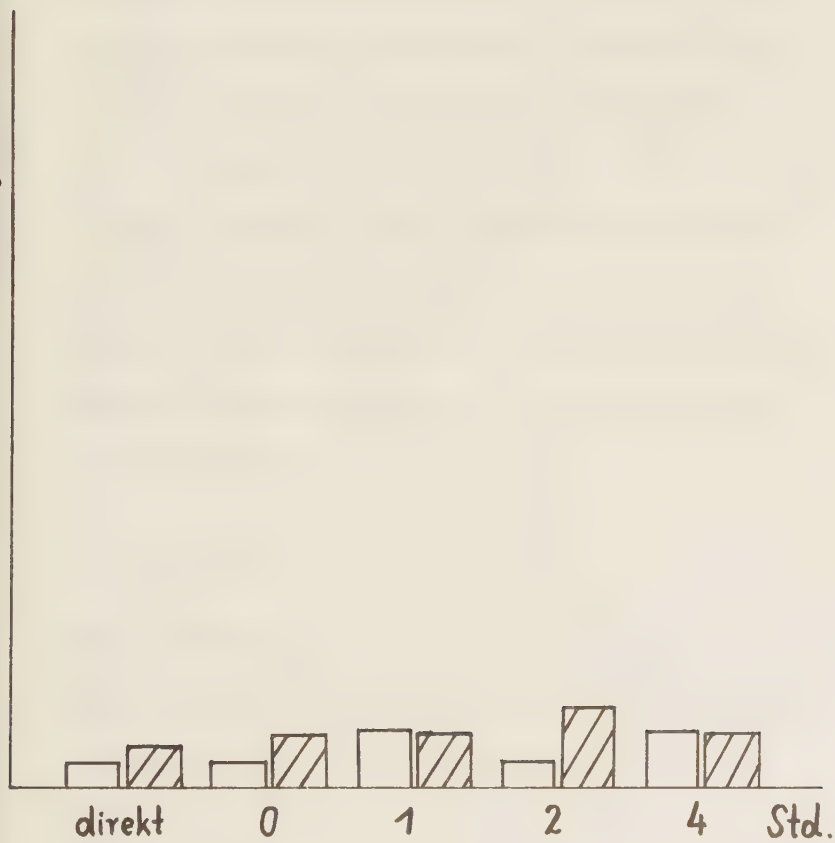
chend in Relation gesetzt.

1. Stechapfelformen:

Abb. 24 zeigt, daß bei direkten Ausstrichen kein großer Unterschied bezüglich der Stechapfelformen zwischen Kindern im Alter unter einem Monat und im Alter über drei Monaten besteht. Dieses Bild ändert sich nach EDTA-Zugabe. Sofort steigt bei den Blutausstrichen von Probanden im Alter unter einem Monat der Anteil der Stechapfelformen über den der Probanden, die älter als drei Monate sind, an. Bei Lagerung des EDTA-Blutes nimmt der Anteil der Stechäpfel am roten Blutbild bei den jüngeren Probanden mehr zu als bei den älteren und erreicht nach zwei Stunden Werte, die sich bei den älteren Probanden erst nach vier Stunden einstellen. Nach vier Stunden Lagerung des EDTA-Blutes ist bei den Ausstrichen der jüngeren Probanden schon ein Rückgang des Anteils der Stechapfelformen zu verzeichnen, während bei den älteren Probanden eine starke Zunahme der Stechäpfel gegenüber den Ausstrichen nach zweistündiger Lagerung festzustellen ist, so daß sich beim Vergleich der Ausstriche von vier Stunden lang gelagertem EDTA-Blut beider Probandengruppen ein fast gleich großer Anteil von Stechäpfeln ergibt.

Es zeigte sich also bei der Lagerung von EDTA-Blut eine

monat



□ Kinder > 3 Mon.

▨ Kinder < 1 Mon.

Abb. 25

viel schnellere Zunahme der Stechapfelformen bei den Probanden im Alter unter einem Monat als bei den älteren Probanden. Dies ist darauf zurückzuführen, daß durch Zusammenwirken verschiedener exogener und endogener Faktoren die Erythrocyten von Neugeborenen und jungen Säuglingen gegenüber Belastungen empfindlicher sind als Erythrocyten älterer Kinder und Erwachsener (BETKE, 1958). Vor allem ist bei jungen Säuglingen und Neugeborenen die Hämoglobinbelastung der Erythrocyten sehr hoch. Hämoglobinreichere Zellen aber hämolysieren leichter (BETKE, 1953). Barreto (BARRETO, 1971) beschreibt die Stechapfelbildung als eine der Vorstadien der Hämolyse.

2. Pyknocyten:

Beim Vergleich der beiden Altersgruppen kann, wie Abb. 25 zeigt, in bezug auf die Pyknocyten kein wirklich faßbarer Unterschied festgestellt werden. Die Lagerung von EDTA-Blut scheint sowohl bei Kindern im Alter unter einem Monat als auch bei Kindern, die älter als drei Monate, sind keinen Einfluß auf den Anteil der Pyknocyten am roten Blutbild zu haben.

3. Konturverlust:

Ein Konturverlust der Erythrocyten stellte sich bei Kindern über drei Monaten weder in direkten Ausstrichen, noch in Ausstrichen von EDTA-Blut, das bis zu vier Stunden gelagert wurde, ein.

Dagegen zeigten sich solche Zellen bei den Blutausstri-
chen von Probanden, die jünger als ein Monat waren,
schon in direkten Ausstrichen, wobei der Anteil der
Zellen mit Konturverlust bei Ausstrichen von gelager-
tem EDTA-Blut etwas über dem bei direkten Ausstrichen
liegt.

Der große Unterschied der beiden Altersgruppen läßt
sich vermutlich mit der hohen Viskosität des Blutes
von Neugeborenen erklären.

Diese Untersuchungen stellen zunächst nur eine Bestands-
aufnahme in Hinsicht auf die praktische Verwendung von
EDTA-Blut in zentralen Laboratorien dar.

Es hat sich gezeigt, daß EDTA-Blut für die morphologi-
sche Beurteilung des roten Blutbildes nicht vorbehalt-
los verwendbar ist, zumal sich vermutlich auch andere

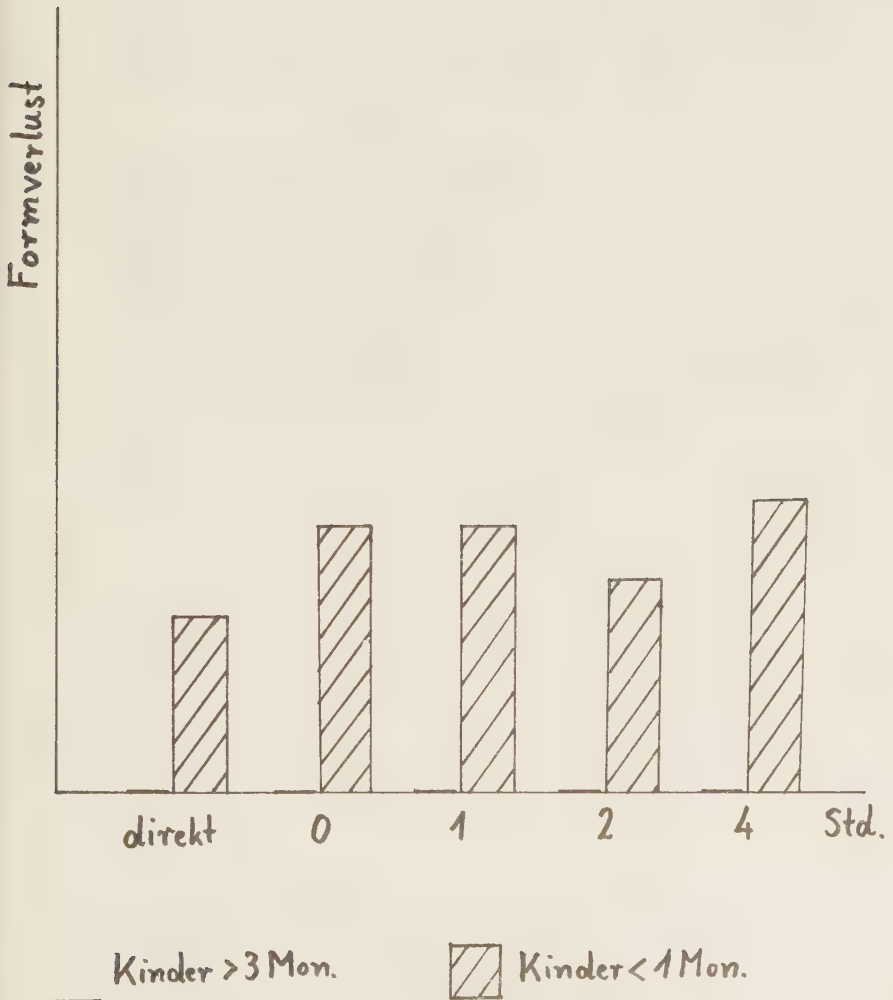


Abb. 26

Kriterien der Morphologie außer den untersuchten ändern. Die Änderungen sind zwar manchmal recht gering, aber es bestehen große individuelle Schwankungen, mit denen man stets rechnen muß, insbesondere bei jungen Säuglingen und Frühgeborenen.

Die Ursachen der Veränderungen wurden nicht untersucht. Es spielt dabei abgesehen von den Änderungen des Milieus (durch EDTA) vermutlich auch der durch die Lagerung veränderte Stoffwechsel der Erythrocyten eine Rolle. Eine Untersuchung dieser Faktoren lag jedoch außerhalb der Absicht dieser Arbeit.

VII. Zusammenfassung

Es wurden Ausstriche von EDTA-Blut auf Formveränderungen der Erythrocyten untersucht. Berücksichtigt wurden dabei Stechapfelformen, Pyknocyten und rote Zellen mit Konturverlust.

Die Ausstriche des in einem EDTA-beschichteten Röhrchen gesammelten Blutes wurden sofort nach Blutentnahme und nach ein-, zwei- und vierständiger Lagerung des Blutes angefertigt. Um als Vergleich einen Ausstrich ohne Einfluß eines Antikoagulans zu haben, wurde von jedem Probanden auch ein direkter Ausstrich von einem aus der Fingerbeere gewonnenen Blutropfen gemacht.

Der Anteil der Stechapfelformen am roten Blutbild nahm sowohl bei den Ausstrichen von Neugeborenen als auch von älteren Kindern mit der Lagerzeit des EDTA-Blutes stark zu, wobei die Erythrocyten von Neugeborenen früher Formveränderungen zeigten als die der älteren Kinder.

Dagegen nahm der Anteil der Pyknocyten bei Lagerung des EDTA-Blutes kaum zu, und es ergab sich auch kein

deutlicher Unterschied gegenüber direkten Ausstrichen.

Bezüglich des Formverlustes der Erythrocyten zeigte sich, daß bei bis zu einem Monat alten Probanden schon im direkten Ausstrich rote Zellen mit Konturverlust auftraten, deren Anteil bei EDTA-Blut-Ausstrichen merklich erhöht war. Bei Blutausstrichen von Kindern, die älter als drei Monate waren, konnten auch nach Lagerung des Blutes keine Erythrocyten mit Konturverlust festgestellt werden.

Diese Ergebnisse zeigen, daß EDTA-Blut für die morphologische Beurteilung des roten Blutbildes nur bedingt geeignet ist. Lediglich der Anteil der Pyknocyten am roten Blutbild wird durch die EDTA-Zugabe nicht merklich verändert. Man wird also auch in Zukunft zur Beurteilung der Morphologie der Erythrocyten nicht auf die Methode des direkten Ausstriches verzichten können.

L i t e r a t u r

BARRETO, D.M.: The Early Stages of Glass-Contact
Haemolysis. Acta haemat. 45:50-52 (1971)

BESSIS, M.: Les érythrocytes crénelés. N. R. F. Hémat.
10:5-8 (1970)

BESSIS, M. u. BRICKA, M.: Étude au microscope électro-
nique sur l'hémolyse, l'agglutination, la forme et
la structure des globules rouges. Rev. Hémat. 5:396
(1950)

BETKE, K.: Über die Genese der Frühgeburtenanämie und
der Trimenonanämisierung. Z. Kinderheilkunde 74:85
(1953)

BETKE, K.: Hämatologie der ersten Lebenszeit. In: Er-
gebnisse der inneren Medizin und Kinderheilkunde.
N. F., Bd. 9, S. 472. Berlin-Göttingen-Heidelberg:
Springer 1958.

DOUGLAS, C. C., McCALL, M.S. u. FRENKEL, E. P.:
The Acanthocyte in Cirrhosis with Hemolytic Anaemia.
Ann. intern. Med. 68:390 (1968)

EHRLY, A. M., GRAMLICH, F. u. MÜLLER, H.E.: Die Bedeutung der unveresterten freien Fettsäuren für die Resistenz der Erythrocyten. Acta haemat. 32:350 (1964)

GASSER, C.: Die hämolytische Frühgeborenenanämie mit spontaner Innenkörperbildung. Helvetia Päd. Acta 8:491 (1953)

GITTER, S., KOCHWA, S., DANON, D. u. VRIES, A. DE:
Diskosphere transformation and inhibition of rouleaux formation and of sedimentation of human red blood cells induced by Vipera xanthina palestine venom.
Arch. int. Pharmacodyn., 118:350 (1959)

KAYDEN, H. J. u. BESSIS, M.: Studies on acanthocytosis with the scanning electronmicroscope. Blood 35: 682 (1970)

PONDER, E.: Hemolysis and related phenomena. 1 vol.
Grune and Stratton, edit., New-York (1948)

PONDER, E. u. PONDER, R. V.: Transformation disque-sphere entre deux surfaces de verre. N.R.F. Hémat. 2:223 (1962)

REED, J., WAYS, P. u. SIMON, E.: Recherches sur les lipides et l'acanthocytose. N. R. F. Hémat. 3:59 (1963)

REY, J., FREZAL, J., LAMY, M.: Pathogénie de l'acanthocytose. N. R. F. Hémat. 3:60 (1963)

SINGER, K., FISHER, B. u. PERLSTEIN, M. A.: Acanthocytosis: a genetic erythrocytic malformation. Blood 7:577 (1952)

TSCHERNIA, G., NAVARRO, J., BECART, R. u. CASASOPRANA, A.: Anémie hémolytique avec acanthocytose et dyslipidémie au cours de deux hépatites néo-natales. Arch. franc. Pediat. 25:729 (1968)

TUFFY, P., BRAUN, K. u. ZUELZER, W. W.: Infantile pycnocytosis: Common erythrocyte abnormality of first trimester. Am.J.Dis. Childr. 98; 227 (1959)

L e b e n s l a u f

Am 6. November 1948 wurde ich als Sohn des BB-Beamten Karl Klotz und seiner Frau Maria in Kolbermoor geboren. Vom September 1955 an besuchte ich die Volksschule an meinem Geburtsort, bis ich im September 1960 in das Ignaz-Günther Gannasium in Rosenheim eintrat. Dort wählte ich den neusprachlichen Zweig und bestand im Juni 1969 die Reifeprüfung. Im Oktober desselben Jahres begann ich an der Universität München das Medizinstudium. Nach den vorgeschriebenen 11 Semestern, die ich alle in München absolvierte, legte ich im Juni 1975 das Staatsexamen ab. Im August 1975 trat ich eine Medizinalassistentenstelle im Städtischen Krankenhaus in Rosenheim an.

